

b) Seqüenciació al llarg de l'escolaritat bàsica

En relació al model, en els diferents cicles es va aprofundint en aspectes diversos, tot i que en funció dels interessos i capacitats de l'alumnat es poden introduir canvis:

- En un *primer estadi* els alumnes aprenen a diferenciar entre un *sistema viu* i un de *no viu* a partir de caracteritzar els sistemes vius per la seva capacitat de realitzar les funcions bàsiques: nutrició, reproducció i relació, tot reconeixen les seves necessitats per viure. En relació al cos humà, els nens i les nenes poden reconèixer també aquestes funcions i identificar algunes de les coses que ens entren des del medi i què surten, tant materials i energia, com estímuls captats pels sentits i respostes que es donen.
- En un *segon estadi* els alumnes comencen a plantejar-se que: a) quan els éssers vius (també els humans) es nodreixen intercanvien matèria i energia amb el medi per obtenir els nutrients, repartir-los per tot el cos i utilitzar-los per viure; b) quan es reproduïxen surten d'altres éssers vius amb les mateixes característiques dels seus avantpassats; i c) quan es relacionen capten estímuls de l'exterior i elaboren respostes. També aprenen a identificar, en els éssers vius observats, adaptacions al medi relacionades amb la manera que es nodreixen, es relacionen o es reproduïxen.
- En un *tercer estadi* comencen a aprofundir com els animals i les plantes realitzen les diferents funcions, i en què s'assemblen i en què es diferencien a l'hora de realitzar-les. A partir d'aquí en reconeixen la diversitat i els criteris per classificar-los. També es pot aprofundir en com els humans es relacionen, connectant l'estudi dels sentits (per captar estímuls), del sistema nerviós i de l'aparell locomotor (per donar respostes –moviment-) i en com es nodreixen, incidint en les característiques d'una bona alimentació i en la importància de respirar un aire no contaminat.
- En un *quart estadi* (final de primària) s'aprofundeix en la funció de reproducció en els humans i es comença a utilitzar la idea de cèl·lula. S'aprofundeix en el concepte de salut, reconeixent les condicions que afavoreixen un bon desenvolupament físic i emocional, i alguns dels riscos que ho dificulten. També en com els éssers vius – introduint els fongs i diferents microorganismes- interaccionen amb el medi per dur a terme les diferents funcions, i una primera aproximació al funcionament dels ecosistemes.
- En un *cinquè estadi* s'aprofundeix en les diferents funcions dels éssers vius, incidint en la interrelació dels diferents nivells escalars: des del cel·lular al d'ecosistema. S'incideix en com el coneixement del funcionament cel·lular ens permet explicar el de l'organisme i, al mateix temps, en com el de l'ecosistema ens possibilita reconèixer els factors que afavoreixen o limiten la vida dels éssers vius que el conformen i la seva diversitat.
- En un *sisè estadi* s'aprofundeix en el funcionament del cos humà, incidint especialment en els mecanismes de regulació (de l'aigua i substàncies minerals, de residus, de la glucosa en la sang, de la temperatura corporal...), i en el funcionament del sistema immunitari.

c) Aprofundiment en les idees bàsiques i en les “bones” preguntes

En aquest apartat es fa un breu resum de les idees bàsiques a treballar, idees habituals de l'alumnat a revisar i possibles “bones” preguntes que ajudin a la construcció d'aquests idees.

- c.1. **Viu/no viu.** Més que una classificació mecanicista, interessa aprofundir en un ésser viu com una unitat (un sistema) que realitza les tres funcions (nutrició, relació i reproducció) en un medi concret. Per tant, sempre que treballem éssers vius ho hauríem de fer en relació al medi en què viuen. També és clau conceptualitzar que els organismes estan formats per cèl·lules. Una cèl·lula és la part més petita d'un ésser viu que pot realitzar les 3 funcions.

Les funcions es realitzen en la majoria d'organismes a través d'òrgans i aparells i sistemes específics, que s'interrelacionen entre ells donen lloc a una estructura. Les parts de cada organisme són vives, perquè estan formades per una o varies cèl·lules, però no són éssers vius com a tals. L'organització dels éssers vius implica reconèixer com interactuen unes parts amb les altres i per què. L'alumnat té dificultats per interrelacionar els aparells i les funcions. D'aquí l'interès de plantejar preguntes que promoguin l'establiment de relacions com: *Per què li serveix el cor a la mà? Què passa si no es té el sentit de...? o Com es cura un os quan es trenca? Com ho fa una llavor per germinar?*

Una pregunta que ajuda a començar a pensar en el model és: “què fan els éssers vius”?. Els nens i nenes responen amb accions comunes, però també n'indiquen d'altres que tan sols les fan alguns (volar, aparellar-se, fabricar aliments...), i a partir d'aquí es pot començar a reconèixer que aquestes accions són maneres diferents de fer les funcions segons els diferents grups d'éssers vius. També pot ser d'interès preguntar-nos si un os o un ou és viu?

Alguns alumnes associen vida a ‘moviment’. Això fa que no considerin a les plantes com a éssers vius o que, en canvi, pensin que la Lluna és viva perquè es mou. També alguns creuen que el foc és quelcom viu (el llenguatge quotidià ho reforça), perquè neix, es fa gran i mor. La definició tradicional d'ésser viu com quelcom que neix, creix, es reproduïx i mor no és idònia ja que no tots els éssers vius moren (per exemple, els que es reproduïxen per bipartició) i, a més, és només descriptiva i no ajuda a comprendre què és el que caracteritza la vida.

- c.2. **La funció de nutrició.** Nodrir-se comporta intercanviar matèria i energia amb el medi i modificar-lo. Els éssers vius són, per tant, sistemes oberts que per subsistir depenen de la matèria i energia que obtenen del medi, i que l'alteren interactuant-hi. Nodrir-se no es pot reduir a “alimentar-se”, ja que la idea important és l'obtenció i transformació dels materials i de l'energia necessaris perquè es desenvolupi la vida.

Les plantes fabriquen el seu aliment (nutrients) a partir de la fotosíntesi i emmagatzemen l'energia del Sol. Els animals consumeixen nutrients que es troben a d'altres éssers vius a partir de procés de la digestió, mitjançant el qual es 'trenca' la matèria que forma els aliments per tal de fer-los accessibles als sistemes de transport. Aquests sistemes de transport o circulació, porten la matèria que entra a l'organisme a totes les cèl·lules i alhora els materials de rebuig a l'exterior.

La respiració permet obtenir l'energia emmagatzemada als nutrients. L'oxigen és indispensable perquè es realitzi aquest procés que es porta a terme a la cèl·lula. Generalment l'alumnat identifica la respiració com l'acció de prendre aire del medi, però l'oxigen és transportat fins a les cèl·lules on es fa la veritable respiració, tant en els animals com en les plantes. Per tant, no s'ha d'identificar a la respiració en els

plantes com a procés contrari a la fotosíntesis. Aquest darrer procés només té lloc a les parts verdes de la planta i en presència de llum, mentre la respiració té lloc a totes les parts de la planta (a totes les cèl·lules) i en tots els moments del dia.

L'excreció és el procés que porta a l'eliminació de materials que no s'utilitzen o són residus, transportant-los des de les cèl·lules fins a l'exterior de l'organisme.

No té sentit aprendre només les parts dels diferents sistemes que possibiliten dur a terme la funció de nutrició, sinó que caldria anar-los relacionant. Preguntes interessants poden ser: *Com imaginem que va canviant un tros de pa després de menjar-lo?* (o un altre aliment), *Com és que un arbre que pesa 1 kg, passats 10 anys pesa 20 kg?* *Com arriben els nutrients de la planta a la part de l'organisme que els necessita?* *I l'oxigen?* *Respira un pollet dins de l'ou (o el troc d'un arbre)? Com ho fa?* *Què passaria si en un determinat bosc desapareguessin... els conills, o els esquiroles, o els pins...?* *Quines evidències tenim que un determinat ésser viu s'alimenta?*

- c.3. **La funció de relació:** Els éssers vius es relacionen amb el seu medi, tant intern com extern i per fer-ho, tenen la capacitat de captar estímuls de diversos tipus, processar-los i donar una resposta. Les idees importants a introduir i fer evolucionar a l'aula tenen a veure amb com es capten els estímuls (a través dels sentits o altres receptors), com es transporten fins a un centre de coordinació i es genera una resposta que dóna lloc a una acció (moviment, sensació de fred...). Aquest procés té lloc tant quan ens punxem amb una agulla i retirem el dit o quan correm i s'accelera el cor, i també quan tenim sensació de set i bevem aigua.

Normalment s'estudien els sentits per una banda, els sistemes nerviosos per una altra i els sistemes locomotor per una altra, quan només té sentit estudiar-los de manera integrada, ja que tan sols així es pot entendre com es realitza la funció de relació. Preguntes interessants són del tipus: *Com ho fan els peixos (o d'altres organismes) per relacionar-se quan han de trobar parella, preveure depredadors...?* *Per què li serveix a l'ocell cantar?* *Per què li serveix a una planta aromàtica emetre olors intensos o tenir colors bonics?*

- c.4. **La funció de reproducció:** Els éssers vius es perpetuen en el temps generació rere generació, de manera que transmeten les característiques bàsiques de l'espècie als seus descendents. És important treballar a classe amb la idea de continuïtat de la vida i de transmissió de la informació. I també diferenciar la dualitat entre unitat-diversitat (unitat -característiques bàsiques de l'espècie- i diversitat -característiques individuals-).

A més de donar-se la reproducció a nivell d'individu, es dóna també a nivell cel·lular. Això permet als éssers vius créixer (augmentar de mida) i desenvolupar-se (modificar òrgans –per exemples els sexuals- o l'estructura –metamorfosi-). Per a alguns alumnes pot ser difícil reconèixer que organismes en diferents etapes de metamorfosi pertanyen a la mateixa espècie.

D'altra banda i fruit de la conjugació dels dos aspectes de la reproducció esmentats, els éssers vius passen per cicles. Els cicles de vida poden ser d'una varietat molt àmplia, però tenen aspectes comuns que es poden destacar. D'altra banda la relació entre el cicle de vida i les condicions del medi és molt important. Sabem que els cicles de vida es duen a terme en condicions específiques per a cada espècie, i l'alteració d'aquestes condicions trenca els cicles o els desvia.

Algunes preguntes d'interès poden ser: *Com ho sap un ou que ha de néixer una serp i no un pollet?* *Què canvia i què no canvia quan creixem?* *Com creixen els ossos?* *És*

el mateix una llavor que un ou? Les plantes també necessiten que s'ajunti una part 'mare' i una altra 'pare' per reproduir-se? Com es fecunden els arbres com les palmeres que tenen un sol tipus de flor per tal que es desenvolupin els fruits i les llavors? Com imaginem una llavor per dins i com es desenvolupa?

c.5. Ecosistema: És un sistema natural que està format per una comunitat d'éssers vius –plantes, animals, fongs, algues, protozous i bacteris- (la **biocenosi**), que es classifiquen en diferents nivells tròfics (productors, consumidors –depredadors, descomponedors...), i el lloc físic on aquests éssers vius viuen i es relacionen - aigua, llum, temperatura i sòl- (el **biòtop**).

Dins d'un ecosistema els individus d'una mateixa espècie formen **poblacions**. El conjunt de diferents poblacions d'un ecosistema rep el nom de **comunitat**. L'**hàbitat** és el lloc físic d'un ecosistema on viu una espècie i on es troba adaptada.

En el model 'ecosistema' utilitzem les mateixes entitats teòriques que per al d'ésser viu però la unitat bàsica en aquest cas no és l'organisme sinó la **població**. Cadascuna d'aquestes poblacions també¹:

- a) intercanvia matèria i energia amb el medi, és a dir, en un ecosistema els materials (l'oxigen, el carboni...) es transformen cíclicament, i l'energia flueix tant dins dels organismes a través de la nutrició, com fora d'ells (la provinent del Sol o d'un foc).
- b) es relaciona amb el medi i hi respon, modificant-lo, dins de les limitacions del que entenem per adaptació (fet que permet interpretar les interaccions a nivell de biòtop i biocenosi així com els impactes ambientals i les seves conseqüències per a la població), i
- c) es reproduïx i transfereix informació en l'espai i el temps (successions, fluctuacions...).

A l'estudiar un ecosistema es tenen en compte les complexes interaccions entre els organismes que hi viuen. Aquestes interaccions es donen a través del que s'anomena **xarxa tròfica** o **xarxa alimentària** que és una sèrie de cadenes alimentàries que s'estableixen de forma lineal entre organismes que pertanyen a diferents nivells tròfics. L'energia es va degradant (augmenta l'entropia) en cada nivell de la cadena i només els productors, a partir de la fotosíntesi, disminueixen el nivell d'entropia del sistema.

D'ecosistemes n'hi molts i variats, des d'un bosc o un llac fins el tronc d'un arbre mort, però degut a la influència i a l'acció de l'home en una escala fins ara mai coneguda, se n'estan destruint en gran quantitat. Alguns dels **impactes ambientals** de l'activitat humana sobre els ecosistemes es relacionen amb la destrucció i fragmentació d'hàbitats, canvi climàtic, contaminació, espècies introduïdes, sobreexplotació..., ja que aquests factors i d'altres afecten a com s'intercanvia matèria i energia, a com es relacionen les poblacions o a com es reproduïxen i es transmet la informació. Pensem per exemple, en el que passa quan s'introdueix una espècie invasora en un ecosistema.

Preguntes d'interès poden ser: *Què hi ha en un bosc (o en un ecosistema)? On estan situats els diferents organismes? Per què estan en aquest lloc i no a un altre? Què necessiten aquests organismes per viure? Com seria la vida de tal animal en un dia de la seva vida a l'ecosistema?*

¹ García, P. (2007). Els models, organitzadors del currículum en biologia. *Ciències*, 6, 29–33.

Com s'interrelacionen tals organismes? Com afecta a tal ecosistema el vent, la pluja, la sequera...? Què li entra i què li surt a un bosc? Què passa entre que entra ... i surt ...? Com era el bosc fa tants anys? I com pot ser d'aquí xx anys? Què passaria si no hi haguessin microorganismes en un bosc?

Quan un bosc es crema, es crema tot? Es moren tots els animals i plantes? Què canvia quan hi ha un incendi i que no canvia? Com es recupera un bosc després d'un incendi? De què depèn? Pot ser que hi hagi boscos que no es regenerin? És el mateix si plou que si no plou? Com es podrien prevenir els incendis? En un poble s'han vessat productes tòxics en el riu que després passa per un bosc. Com pot canviar aquest bosc? Què pot passar si collim les flors d'un bosc, o desapareixes tal animal?

- c.6. **Biodiversitat i evolució:** La diversitat de la vida es pot entendre com les diverses formes en què els éssers vius realitzen les funcions bàsiques i tenen a veure amb els seus gens, que regulen les limitacions pròpies de cada espècie². Però també amb les diferents condicions ambientals del lloc on viuen. Si els canvis del medi són més grans que els límits propis d'una espècie determinada, aquesta pot desaparèixer perquè els seus individus deixen de relacionar-se, de nodrir-se i de reproduir-se. Per tant, aprendre a classificar els éssers vius no es pot reduir a memoritzar els noms dels diferents grups sinó que caldrà dedicar temps a identificar els criteris que han portat a la classificació actual.

Cada organisme és únic en funció de l'**herència**. La diversitat més evident prové de la reproducció sexual, ja que els descendents combinen a l'atzar característiques del mascle i de la femella (espermatozoides-pol·len·l·òvuls). Entre els organismes d'una espècie amb reproducció asexual també hi ha diversitat, ja que existeixen mecanismes d'intercanvi d'informació que permeten certa variabilitat, però no tanta com en la sexual.

També es produeix variabilitat per **mutació**, que són canvis en el material genètic de qualsevol cèl·lula (de les seves característiques). Quan aquesta afecta a les cèl·lules reproductores, els canvis es transmeten a la generació següent generant diversitat biològica.

La biodiversitat és un gran avantatge per a l'estabilitat d'un ecosistema perquè davant de canvis en ell, alguns organismes d'una espècie i algunes espècies tenen més probabilitats de sobreviure. Si tots els organismes fossin iguals, davant d'un petit canvi tots moririen. Si desaparegués tota una espècie, desapareixeria una baula d'una cadena tròfica i podria repercutir en el conjunt de l'ecosistema o fins i tot del Planeta. Per això és tant important conservar la biodiversitat des del punt de vista ambiental.

Els éssers vius que sobreviuen en un ecosistema són aquells que, per les seves pròpies característiques, tenen més probabilitats (més èxit) de reproduir-se que uns altres. La seva descendència n'heretarà els seus trets i per tant, estaran més adaptats al medi (no *s'hi adapten*, idees que sovint es confonen). Aquest procés és el que anomenem **selecció natural** i el seu resultat n'és l'**adaptació**.

Al llarg del temps, aquest procés de selecció natural ha anat donant com a resultat la gran biodiversitat que caracteritza els ecosistemes del Planeta. És que s'anomena procés evolutiu o **evolució biològica**. Dels individus que arriben a un nou hàbitat sobreviuen aquells que tenen més èxit reproductiu. Aquests seran els seleccionats i en generacions posteriors seran tant diferents als fundadors com per no reconèixer-

² Una espècie biològica és un grup natural d'individus que poden encreuar-se entre sí, però que estan aïllats reproductivament d'altres grups afins)

se i, per tant, es generarà una nova espècie. D'aquest procés en diem **especiació**. Hi ha hagut organismes que actualment no existeixen i sabem, a través dels fòssils, que han poblat el nostre planeta; així podem reconstruir la història de la Terra. Per als alumnes fins a 4t de primària els és difícil representar-se el temps geològic i poden situar els dinosaures convivint amb homes primitius.

Des de la ciència, la diversitat d'éssers vius es classifiquen en funció de les seves característiques. Es diferencia entre **cinc regnes o dominis**: animals, plantes, fongs, algues i protozous, i bacteris. Tot i així, actualment la comunitat científica i d'acord amb les investigacions recents proposa una classificació en tres dominis: un pel bacteris primitius (Arquea), un altre pels bacteris actuals (Bacteriae) i un altre domini per a tots els Eucariae. La raó és la "relativa proximitat evolutiva" de plantes, animals, fongs, algues i protozous i, en canvi, en la "diversitat i llunyania evolutiva" dels bacteris.

Però la diversitat no només té a veure amb els diferents tipus o formes d'éssers vius existents, sinó també versa sobre les diferents relacions que s'estableixen entre ells. Així en parlar d'ecosistemes no només parlem dels animals, plantes, fongs o bacteris que hi viuen, sinó de tota una trama de relacions de diversos tipus que entre ells s'estableixen (mutualisme, on dues espècies es relacionen i ambdues obtenen beneficis; parasitisme, on una espècie surt perjudicada; etc.).

Així hauríem de canviar la idea de conservació d'espècies per la de **conservació d'hàbitats** (del medi on viuen), tenint present la diversitat d'espècies i de relacions que s'hi estableixen. Se sap que els esforços de conservació d'espècies són importants, però avui dia s'assumeix que la complexitat dels ecosistemes és tal que és impossible preservar les espècies sense preservar alhora els ecosistemes on viuen.

Preguntes d'interès poden ser: *En què s'assemblen i en què es diferencien tals organismes? Què tenen en comú? La manera de digerir els aliments és similar (o respirar...)? Com es pot saber si la balena és un peix (o d'altres)? En què ens hem de fixar per saber si un cuc i una serp formen part del mateix grups d'éssers vius?*

En què ens asseblem a una planta i en què ens diferenciem? En què es diferencien les dents d'un herbívor i d'un carnívor? Com és que són diferents? Tots els individus d'una mateixa espècie són iguals (o tots els conills són iguals)? En què s'assemblen i en què es diferencien?

On troben cargols blancs i cargols marrons? Com ho expliquem? Com és que uns animals sembla que s'amaguin i d'altres que volen cridar l'atenció? Quina avantatge li aporta al mussol el fet de tenir les plomes del mateix color que el tronc dels arbres? Hi ha animals i plantes que van existir fa molts anys i ara no habiten la Terra? Com ho podem saber? Com pot ser que una espècie pugui desaparèixer? Com pot ser que n'apareguin de noves? Podria ser que la utilització de pesticides afavorís el creixement d'espècies resistents? Com es pot explicar?